

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10062258 A

(43) Date of publication of application: 06.03.98

(51) Int. Cl

G01J 9/02

G01B 9/02

G01M 11/00

(21) Application number: 08218688

(22) Date of filing: 20.08.96

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor: FUJIWARA TAKESHI
OHASHI KATSUKI
ONO AKIRA

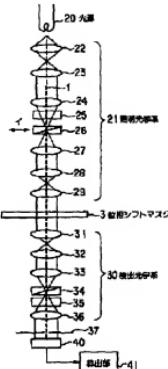
(54) PHASE SHIFT MASK INSPECTION APPARATUS

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately measure a phase amount of a phase shifter to improve reliability.

SOLUTION: Lamp light or excimer laser light emitted from a light source 20 with center wavelength of 300nm or less and having the same wavelength as that of an exposure device is split into two linear polarized light beams orthogonal to each other by an illumination optic system 21 including an illumination side Wollaston prism 26 to be shed to a phase shift mask 3. The two linear polarized light beams which have transmitted through the phase shift mask 3 are overlaid by a detection optic system 30, and based on interference light, a calculation part 41 obtains a phase amount of a phase shifter 2 of the phase shift mask 3.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-62258

(43) 公開日 平成10年(1998)3月6日

(51) Int.Cl.[®]
 G 0 1 J 9/02
 G 0 1 B 9/02
 G 0 1 M 11/00

識別記号 営業登録番号

F 1
 G 0 1 J 9/02
 G 0 1 B 9/02
 G 0 1 M 11/00

技術表示箇所

T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-218688

(22) 出願日 平成8年(1996)8月20日

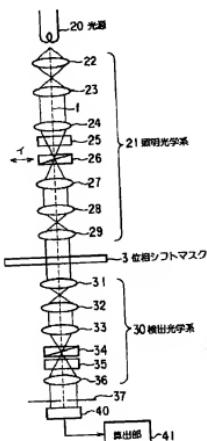
(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 神奈川県川崎市幸区坂川町72番地
 (72) 発明者 藤原 刚
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内
 (72) 発明者 大橋 勝樹
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内
 (72) 発明者 小野 明
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内
 (74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 位相シフトマスク検査装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、位相シフタの位相量を高精度に測定して信頼性を向上する。

【解決手段】 光源2 0から放射された中心波長3 0 0 n m以下で露光装置と同一の波長のランプ光又はエキシマーレーザ光を、照明側ウォラストンプリズム2 6を備えた照明光学系2 1により互いに直交する2つの直線偏光に分離して位相シフトマスク3に照射し、この位相シフトマスク3を透過した2つの直線偏光を検出光学系3 0により重ね合わせ、その干渉光に基づいて算出部4 1により位相シフトマスク3の位相シフタ2の位相量を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 遠紫外光を放射する光源と、
この光源から放射された遠紫外光を互いに直交する偏光面を持つ 2 つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、
前記位相シフトマスクを透過した 2 つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、
この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて前記位相シフトマスクにおける位相シフタの位相量を求める位相量算出手段と。

を具備したことを特徴とする位相シフトマスク検査装置。

【請求項 2】 遠紫外光を拡散放射するランプと、
遠紫外のレーザ光を出力するレーザ光源と、
前記レーザ光源からのレーザ光を等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換する光源変換光学系と、
前記ランプから拡散放射された遠紫外光又是前記光源変換光学系により変換された拡散放射のレーザ光を互いに直交する偏光面を持つ 2 つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、

前記位相シフトマスクを透過した 2 つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる検出光学系と、
この検出光学系により検出された干渉光の強度に基づいて前記位相シフトマスクにおける位相シフタの位相量を求める位相量算出手段と。

を具備したことを特徴とする位相シフトマスク検査装置。

【請求項 3】 前記照明光学系は、ウォラストンプリズムを用いたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の位相シフトマスク検査装置。

【請求項 4】 中心波長が 3000 nm 以下の遠紫外光又はレーザ光を位相シフトマスクに照射することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の位相シフトマスク検査装置。

【請求項 5】 前記ランプとして水銀ランプを用い、前記レーザ光源としてエキシマレーザ装置を用いたことを特徴とする請求項 2 記載の位相シフトマスク検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子を製造するときのリソグラフィー工程において被投影原版として用いられる遠紫外光用フォトマスク（レチクル）の検査に係わり、特に位相シフトマスクの位相シフタの位相量を測定する位相シフトマスク検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子を製造するときのリソグラフィー工程では、例えば半導体露光装置において位相シフトマスクを用いた露光が行われている。この位相シフトマスクを用いた露光は、例えば図 3 に示すようにガラス基板 1 上に光の位相を 180° 反転させる位相シフト膜

（位相シフター） 2 を形成した位相シフトマスク 3 を用いて露光するもので、パターンの境界部で光強度が零となり、レジストの解像度を大幅に向かって、焦点深度も大きく向上する。

【0003】 このような位相シフトマスク 3 は、位相シフタ 2 として半透明の膜（ハーフトーン型）を用いており、この位相シフタ 2 の位相量が露光波長の 2 分の 1 であることが必要であり、このために位相シフタ 2 の位相量測定が行われている。

10 【0004】 図 4 はかかる位相シフタの位相量測定装置の構成図である。水銀アーケランプ 4 から放射される光の光路上には、i、h、g 及び e 線のフィルタ 5、グレーティングアーチャ 6、コンデンサレンズ 7 が配置され、これらフィルタ 5、グレーティングアーチャ 6、コンデンサレンズ 7 を通った光が位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 及び位相シフタ 2 に照射される。

【0005】 この位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 及び位相シフタ 2 を通過した各光は、対物レンズ 8 を通して第 1 の偏光プリズム 9 に入射し、この第 1 の偏光プリズム 9 により 2 つの光路に分歧される。

【0006】 これら 2 つの光路上には、可変シアリング楔 10、可変位相シフタ 11 がそれぞれ配置され、これら可変シアリング楔 10、可変位相シフタ 11 を通過した各光は、第 2 の偏光プリズム 12 により重ね合わされる。

【0007】 そして、第 2 の偏光プリズム 12 により重ね合わされた光は、ビンホールミラー 13 のビンホール 13 a を通して光増倍管 14 に入射すると共にビンホールミラー 13 で反射しレンズ 15 を通してイメージディ

30 テクタ 16 に入射する。

【0008】 従つて、イメージディテクタ 16 に入射する光は、位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 と位相シフタ 2 を通過した各光の干渉縞となることから、イメージディテクタ 16 の出力信号に基づいて位相シフタ 2 の位相量を求める。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記装置では、第 1 の偏光プリズム 9 により 2 つの光路に分歧し、これら 2 つの光をそれぞれ可変シアリング楔 10、可変位相シフタ 11 に通過させており、別々の光路を通過することから例えばこれら 2 つの光路における空気の流れの状態がそれぞれ異なることが生じ、例えば一方の光路の空気の流れが乱れると、その影響が位相シフタ 2 の位相量測定結果に現れてしまい、測定結果の信頼性を低下させてしまう。

【0010】 又、上記位相シフトマスクを使用する半導体露光装置には、光源としてランプ光源とレーザ光源とを有するものがある。しかし、従来の位相シフトマスク検査装置では、光源の種類毎に検査可能なものと不可能なものがある。

3 フタの位相量が求められる。

【0011】そこで本発明は、位相シフタの位相量を高精度に測定できる信頼性を向上させた位相シフトマスク検査装置を提供することを目的とする。又、本発明は、ランプ光源とレーザ光源とを切り替えることで半導体露光装置の光源がランプ光源であってもレーザ光源であっても1台の装置で検査することができる位相シフトマスク検査装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、遠紫外光を放射する光源と、この光源から放射された遠紫外光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、位相シフトマスクを通して2つの直線偏光を重ね合わせて干涉光を発生させる検出光学系と、この検出光学系により検出された干涉光の強度に基づいて位相シフトマスクにおける位相シフタの位相量を求める位相量算出手段と、を備えた位相シフトマスク検査装置である。

【0013】このような位相シフトマスク検査装置であれば、光源から放射された遠紫外光は、照明光学系により互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離されて位相シフトマスクに照射される。

【0014】この位相シフトマスクを通して2つの直線偏光は、検出光学系により重ね合わせられ、その干渉光に基づいて位相量算出手段により位相シフトマスクの位相シフタの位相量が求められる。

【0015】請求項2によれば、遠紫外光を拡散放射するランプと、遠紫外のレーザ光を出力するレーザ光源と、レーザ光源からのレーザ光を等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換する光源変換光学系と、ランプから拡散放射された遠紫外光又は光源変換光学系により変換された拡散放射のレーザ光を互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離して位相シフトマスクに照射する照明光学系と、位相シフトマスクを通して2つの直線偏光を重ね合わせて干涉光を発生させる検出光学系と、この検出光学系により検出された干涉光の強度に基づいて位相シフトマスクにおける位相シフタの位相量を求める位相量算出手段と、を備えた位相シフトマスク検査装置である。

【0016】このような位相シフトマスク検査装置であれば、ランプから拡散放射される遠紫外光、又はレーザ光源から出力される遠紫外のレーザ光が切り替えられて照明光学系に送られ、この照明光学系により互いに直交する偏光面を持つ2つの直線偏光に分離されて位相シフトマスクに照射される。

【0017】この場合、レーザ光源から出力される遠紫外のレーザ光は、光源変換光学系により等価な強度を持つ拡散放射の光源に変換されて照明光学系に送られる。そして、この位相シフトマスクを通して2つの直線偏光は、検出光学系により重ね合わせられ、その干渉光に基づいて位相量算出手段により位相シフトマスクの位相シフタの位相量が求められる。

10 フタの位相量が求められる。

【0018】請求項3によれば、請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置において、照明光学系は、ウオラストンプリズムを用いた。請求項4によれば、請求項1又は2記載の位相シフトマスク検査装置において、中心波長が300nm以下の遠紫外光又はレーザ光を位相シフトマスクに照射する。請求項5によれば、請求項2記載の位相シフトマスク検査装置において、ランプとして水銀ランプを用い、レーザ光源としてエキシマレーザ装置を用いた。

【0019】

【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は位相シフトマスク検査装置の構成図である。遠紫外光を放射する光源20は、例えばHg-Xeランプに代表される水銀ランプ、KrFエキシマーレーザ装置である。これら光源20は、遠紫外光として中心波長248nmの光をそれぞれ出力するものである。

20 【0020】この光源20から出力されるランプ光又はエキシマーレーザ光の光路上には、照明光学系21が配置されている。この照明光学系21は、この光源20から放射された遠紫外光であるランプ光又はエキシマーレーザ光を互いに直交する2つの直線偏光に分離して位相シフトマスク3に照射するものである。

【0021】具体的に照明光学系21は、光源20から出力されるランプ光又はエキシマーレーザ光の光路上に、各光学レンズ22～24、偏光子25と、偏光分離プリズムとしての照明側ウォラストンプリズム26、各光学

30 レンズ27、28及びコンデンサンレンズ29を配置した構成となっている。

【0022】このうち照明側ウォラストンプリズム26は、ランプ光又はエキシマーレーザ光を互いに直交する2つの直線偏光に分離するもので、これら2つの直線偏光を同一光路上でわずかに横ずれした2つの照明として出射する機能を有している。

【0023】一方、位相シフトマスク3の透過光の光路上には、検出光学系30が配置されている。この検出光学系30は、位相シフトマスク3を通過した2つの直線偏光を重ね合わせて干渉光を発生させる機能を有するもので、位相シフトマスク3の透過光の光路上に、対物レンズ31、各光学レンズ32、33、偏光分離プリズムとしての検出側ウォラストンプリズム34、35、検光子35及び光学レンズ36を配置した構成となっている。

【0024】そして、この光学レンズ36を透過する光の光路上には、ビンホール37を介して位相量算出手段を構成するフォトマル40及び算出部41が設けられている。

【0025】このうちフォトマル40は、入射する干渉光強度に対応した電圧信号を出力するものであり、光学

50

レンズ 3 6 の結像位置に配置されている。又、算出部 3 1 はフォトマル 4 0 から出力される電圧信号を入力し、干渉光強度に基づいて位相シフトマスク 3 におけるシフタの位相量を演算し求める機能を有している。

【0026】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。Hg-Xe ランプ又は Kr-F エキシマレーザ装置の光源 2 0 から出力された遠紫外光として中心波長 3 0 0 n m 以下のランプ光又はエキシマレーザ光は、各光学レンズ 2 2 ～ 2 4 を通して偏光子 2 5 に入射し、ここで照明側ウォラストンプリズム 2 6 の偏光角と光軸 f と垂直な面内で 4 5 ° 回転した方向の直線偏光が取り出される。

【0027】この光が照明側ウォラストンプリズム 2 6 に入射すると、この照明側ウォラストンプリズム 2 6 からは、互いに直交した 2 つの直線偏光に分離される。この場合、これら 2 つの分離角は、照明側ウォラストンプリズム 2 6 の張り合わせ面の角度に応じて決まる。

【0028】従って、これら直交する 2 つの直線偏光は、同一光路上でわずかに横ずれした 2 つの照明として各光学レンズ 2 7 、 2 8 及びコンデンサンレンズ 2 9 を通して位相シフトマスク 3 に照射される。

【0029】すなわち、これら直交する 2 つの直線偏光は、その一方の光が位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 、他方の光が位相シフター 2 を透過する。この位相シフトマスク 3 を通過した 2 つの光は、対物レンズ 3 1 、各光学レンズ 3 2 、 3 3 を通して検出側ウォラストンプリズム 3 4 に入射し、ここで重ね合わされる。

【0030】なお、この検出側ウォラストンプリズム 3 4 の張り合わせ面は、対物レンズ 3 1 の鏡面と一致する

$$\theta = \tan^{-1} \{ (I_1 - I_2) / (I_1 + I_2) \}$$

なお、この場合は、4 点の場合にて説明したが、さらに多点の場合でももちろんよい。この場合は正弦波状に変化する各電圧信号をフーリエ変換的手法を用いることで演算し、位相シフタでの位相量を求めることができる。以下の説明でも同様である。

【0035】このように上記第 1 の実施の形態においては、光源 2 0 から放射された中心波長 3 0 0 n m 以下のランプ光又はエキシマレーザ光を、照明側ウォラストンプリズム 2 6 を備えた照明光学系 2 1 により互いに直交する 2 つの直線偏光に分離して位相シフトマスク 3 に照射し、この位相シフトマスク 3 を通過した 2 つの直線偏光を検出光学系 3 0 により重ね合わせ、その干渉光に基づいて算出部 4 1 により位相シフトマスク 3 の位相シフタ 2 の位相量を求めるようにしたので、照明側ウォラストンプリズム 2 6 により分離される 2 光は、同一光路上でわずかに横ずれした 2 つの照明として位相シフトマスク 3 に照射されるものとなり、これら 2 光がそれぞれ別々に空気の乱れの影響を受けることはなく、同一の空気の流れの条件で位相シフトマスク 3 に照射できる。

【0036】従って、位相シフタ 2 の位相量を高精度に

ように配置されている。この検出側ウォラストンプリズム 3 4 により重ね合わされた 2 つの光は、検光子 3 5 を通すことにより干涉を起こし、この干渉光が光学レンズ 3 6 、ビンホール 3 7 を通してフォトマル 4 0 に入射する。すなわち、フォトマル 4 0 のセンサ面には、位相シフトマスク 3 の横ずらし干渉画像が投影される。

【0031】このフォトマル 4 0 に入射する干渉光は、2 つの直交する直線偏光のうち一方が位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 を透過し、他方が位相シフター 2 を透過しているので、位相シフタ 2 の位相量に応じた干渉強度などになっている。

【0032】そして、このフォトマル 4 0 は、入射する干渉光強度に対応した電圧信号を出力する。ここで、位相シフトマスク 3 の位相シフタ 2 の位相量を測定する場合には、位相シフト干渉法、すなわち照明側ウォラストンプリズム 2 6 を光軸 f に対して垂直方向 (Y) に移動させ、照明側ウォラストンプリズム 2 6 により分離される互いに直交する偏光面を持つ直線偏光の 2 光の位相量を例えば 0 ° 、 9 0 ° 、 1 8 0 ° 、 2 7 0 ° にそれぞれ変化する。

【0033】フォトマル 4 0 は、これら位相量 0 ° 、 9 0 ° 、 1 8 0 ° 、 2 7 0 ° のときの各干渉光の強度 I 1 ～ I 4 に応じた各電圧信号を出力する。算出部 4 1 は、フォトマル 4 0 から出力される各干渉光強度 I 1 ～ I 4 に応じた各電圧信号を入力し、これら電圧信号から次式を演算して位相シフトマスク 3 における位相シフタ 2 の位相量 θ を求める。

【0034】

$$\theta = \tan^{-1} \{ (I_1 - I_2) / (I_1 + I_2) \}$$

…(1)

測定でき、その測定結果の信頼性を向上できる。このように位相シフタ 2 の位相量を高精度に測定できるので、位相シフトマスク 3 の設定値と比較することにより位相シフトマスク 3 の良否を判定でき、さらに位相シフト露光にあっては半導体ウエハに対して高精度にバーチャル転写ができる、半導体製造における歩留り向上できる。

【0037】又、位相シフタ 2 として半透明の膜を用いたハーフトーン型の集積度の高い位相シフトマスク 3 は、位相シフタ 2 の位相量を測定するには、半導体露光装置の光源と同じ波長の光を用いて測定をしなければならない。しかし、上記装置では半導体露光装置の光源と同一の中心波長 2 4 8 n m の Hg-Xe ランプ光又は Kr-F エキシマレーザ光を用いるので、高精度にかつ確実に位相シフタ 2 の位相量を測定できる。

【0038】なお、上記第 1 の実施の形態は、次の通り変形してもよい。上記第 1 の実施の形態では、位相シフトマスク 3 上に 2 つの横ずれした照明エリアを形成し、位相シフトマスク 3 の 2 つの横ずれした像を重ね合わせた横ずらし干渉画像をフォトマル 4 0 のセンサ面に投影しているが、マスク像をフォトマル 4 0 のセンサ面に結

像せず、照明側ウォラストンプリズム 2 6 で分離された 2 光束を照明天レズで位相シフトマスク 3 上のわずかに離れた 2 点に小さく絞り込み、一方を位相シフタ 2 に他方をガラス基板 1 に照射する。そして、位相シフトマスク 3 を透過した 2 光束を再び検出側ウォラストンプリズム 3 4 で重ね合わせて干渉させ、フォトマル 4 0 で検出するようにしてもよい。

【0039】又、位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 と位相シフタ 2 との透過強度を比較することで、位相測定だけでなく透過率の測定もできる。

(2) 次に本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0040】図 2 は位相シフトマスク検査装置の構成図である。中心波長 248 nm の速紫外光を放射する Hg-Xe ランプ 5 0 が設けられ、この Hg-Xe ランプ 5 0 から出力されるランプ光の光路上に照明天光学系 2 1 が配置されている。

【0041】一方、中心波長 248 nm のエキシマレーザ光を出力する KrF エキシマレーザ装置 5 1 が設けられている。この KrF エキシマレーザ装置 5 1 から出力されるエキシマレーザ光の光路上には、拡散板 5 2、各光学レンズ 5 3、5 4 及びハーフミラー 5 5 が配置されている。

【0042】このうち拡散板 5 2 は、KrF エキシマレーザ装置 5 1 から出力されたエキシマレーザ光を等価的に拡散反射の光源に変換する光源変換光学系としての機能を有している。

【0043】又、ハーフミラー 5 5 は、KrF エキシマレーザ装置 5 1 から出力されたエキシマレーザ光を、照明天光学系 2 1 の光軸 f 方向、すなわち光学レンズ 2 4 から偏光子 2 5、照明天ウォラストンプリズム 2 6、各光学レンズ 2 7、2 8 及びコンデンサレンズ 2 9 を通して位相シフトマスク 3 に照射するものとなっている。

【0044】従って、Hg-Xe ランプ 5 0 又是 KrF エキシマレーザ装置 5 1 を 2 種の露光装置に応じて切り替えて使用できる構成となっている。次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0045】先ず、Hg-Xe ランプ 5 0 から出力されたランプ光は、各光学レンズ 2 2 ~ 2 4 を通して偏光子 2 5 に入射し、ここで照明天ウォラストンプリズム 2 6 の偏光角と光軸 f と垂直な面内で 45° 回転した方向の直線偏光が取り出される。

【0046】この光が照明天ウォラストンプリズム 2 6 に入射すると、この照明天ウォラストンプリズム 2 6 からは、互いに直交した偏光面を持つ 2 つの直線偏光に分離され、これら 2 光は、わずかに横ずれした 2 つの照明として各光学レンズ 2 7、2 8 及びコンデンサレンズ 2 9 を通して位相シフトマスク 3 に照射される。

【0047】この位相シフトマスク 3 を通過した 2 つ

光は、対物レンズ 3 1、各光学レンズ 3 2、3 3 を通して検出側ウォラストンプリズム 3 4 に入射し、ここで重ね合わされる。

【0048】この検出側ウォラストンプリズム 3 4 により重ね合わされた 2 つの光は、検光子 3 5 を通すことにより干渉を起こし、この干渉光が光学レンズ 3 6、ピンホール 3 7 を通してフォトマル 4 0 に入射する。

【0049】このフォトマル 4 0 に入射する干渉光は、2 つの直交する直線偏光のうち一方が位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 を通過し、他方が位相シフタ 2 を通過しているので、位相シフタ 2 の位相量に応じた干渉強度となっている。

【0050】ここで、位相シフトマスク 3 の位相シフタ 2 の位相量を測定する場合、照明天ウォラストンプリズム 2 6 を光軸 f に対して垂直方向 (イ) に移動させ、互いに直交する直線偏光の 2 光の位相量を例えば 0°、90°、180°、270° にそれぞれ変化する。

【0051】フォトマル 4 0 は、これら位相量 0°、90°、180°、270° のときの各干渉光の強度 I₀ ~ I₄ に応じた各電圧信号を出力する。算出部 4 1 は、フォトマル 4 0 から出力される各干渉光強度 I₀ ~ I₄ に応じた各電圧信号を入力し、これら電圧信号から上記式(1) を演算して位相シフトマスク 3 における位相シフタ 2 の位相量 θ を求める。

【0052】一方、KrF エキシマレーザ装置 5 1 から出力されたエキシマレーザ光は、拡散板 5 2 により等価的に拡散反射の光源に変換され、各光学レンズ 5 3 からハーフミラー 5 5 を通して照明天光学系 2 1 の光軸 f に入射し、さらに偏光子 2 5、照明天ウォラストンプリズム 2 6、各光学レンズ 2 7、2 8 及びコンデンサレンズ 2 9 を通して位相シフトマスク 3 に照射される。

【0053】この位相シフトマスク 3 を通過した 2 つの光は、対物レンズ 3 1、各光学レンズ 3 2、3 3 を通して検出側ウォラストンプリズム 3 4 に入射し、ここで重ね合わされる。

【0054】この重ね合わされた 2 つの光は、検光子 3 5 を通すことにより干渉を起こし、この干渉光が光学レンズ 3 6、ピンホール 3 7 を通してフォトマル 4 0 に入射する。

【0055】このフォトマル 4 0 に入射する干渉光は、2 つの直交する直線偏光のうち一方が位相シフトマスク 3 のガラス基板 1 を通過し、他方が位相シフタ 2 を通過しているので、位相シフタ 2 の位相量に応じた干渉強度となっている。

【0056】ここで、位相シフトマスク 3 の位相シフタ 2 の位相量を測定する場合、照明天ウォラストンプリズム 2 6 を光軸 f に対して垂直方向 (イ) に移動させ、互いに直交する直線偏光の 2 光の位相量を例えば 0°、90°、180°、270° にそれぞれ変化する。

【0057】フォトマル 4 0 は、これら位相量 0°、90°

9
 0° 、 180° 、 270° のときの各干渉光の強度 $I_1 \sim I_4$ に応じた各電圧信号を出力する。算出部 41 は、フォトマル 40 から出力される各干渉光強度 $I_1 \sim I_4$ に応じた各電圧信号を入力し、これら電圧信号から上記式(1)を演算して位相シフトマスク 3 における位相シフタの位相量 θ を求める。

【0058】このように上記第2の実施の形態においては、Hg-Xe ランプ 50 又は KrF エキシマレーザ装置 51 を切り替える構成としたので、上記第1の実施の形態と同一の効果を奏することは言うまでもなく、KrF エキシマレーザ装置 51 をランプ光と等価な拡散光源として用いることができ、これにより Hg-Xe ランプ 50 と KrF エキシマレーザ装置 51 とを2種の露光装置に応じて切り替えて使用することができ、これら露光装置と同一の光源を用いて位相シフトマスク 3 における位相シフタの位相量 θ を求めることができる。

【0059】なお、上記第2の実施の形態は、次の通り変形してもよい。例えば、光源としては、ArF レーザ(波長 193 nm)を用いてもよい。要は 2.56 Mbit DRAM 等の高集積度の半導体に対する露光装置に用いられる遠紫外光を発する光源であればよい。

【0060】
 【発明の効果】以上詳記したように本発明の請求項1～5によれば、位相シフタの位相量を高精度に測定できる

信頼性を向上させた位相シフトマスク検査装置を提供できる。又、本発明の請求項2～5によれば、各種の露光装置と同一光源を用いて位相シフトマスクにおける位相シフタの位相量を求めることができる位相シフトマスク検査装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る位相シフトマスク検査装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】本発明に係る位相シフトマスク検査装置の第2の実施の形態を示す構成図。

【図3】位相シフトマスクの構成図。

【図4】従来の位相シフタの膜厚測定装置の構成図。

【符号の説明】

3…位相シフトマスク、

20…光源、

21…照明光学系、

26, 34…ウォラストンプリズム、

30…検出光学系、

40…フォトマル、

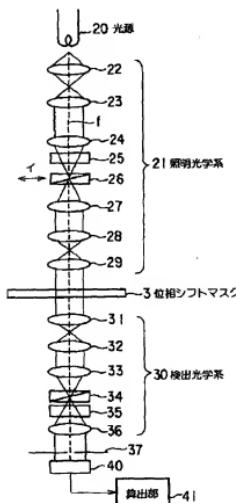
41…算出部、

50…Hg-Xe ランプ、

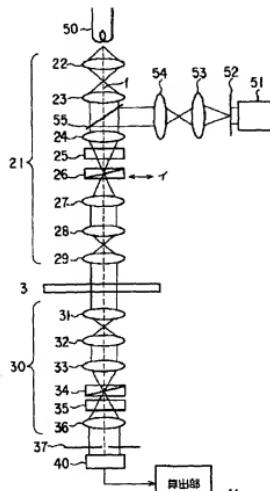
51…KrF エキシマレーザ装置、

55…ハーフミラー。

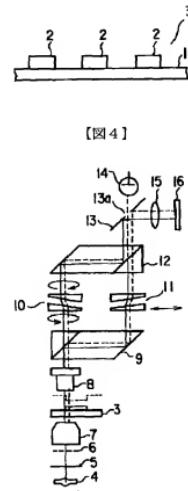
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

